



HAL
open science

L'informatique industrielle au service des scieries

P. Martin

► **To cite this version:**

P. Martin. L'informatique industrielle au service des scieries. Revue forestière française, 1993, 45 (S), pp.179-188. 10.4267/2042/26485 . hal-03444097

HAL Id: hal-03444097

<https://hal.science/hal-03444097>

Submitted on 23 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'INFORMATIQUE INDUSTRIELLE AU SERVICE DES SCIERIES

P. MARTIN

L'informatique industrielle constitue le support à l'acquisition, au stockage et au traitement des données industrielles et commerciales. Par rapport aux opérations réalisées manuellement, elle permet une grande rapidité de prise de décision, un stockage très important des informations, la sélection et le tri rapides de celles-ci.

Elle nécessite la collecte de données de types très différents : dimensions, forme et qualité des produits, quantités, temps, références commerciales, références des clients et des fournisseurs. Aussi utilisera-t-on une large gamme de capteurs allant du plus simple (cellules photo-électriques, détecteur de présence, ...) au plus complexe (cubeurs, scanners, ...), sans oublier la saisie manuelle par clavier ou lecteur code barre.

Le traitement de ces données peut être simple et rapide (enclenchement ou arrêt après détection d'une présence pièce par exemple) ou beaucoup plus complexe (optimisation de la découpe).

Le temps alloué, quelques millisecondes à plusieurs heures, et l'environnement de travail influenceront directement les moyens mis en œuvre.

L'automate programmable, qui traite des informations binaires et est conçu pour fonctionner en ambiance industrielle, pilotera les moteurs et vérins nombreux dans les installations de sciage, de tronçonnage, de triage. Un micro-ordinateur sera par contre nécessaire pour assurer l'optimisation de débit. Un ordinateur de gestion multipostes assurera la gestion commerciale et industrielle. Si ces postes furent au départ isolés, leur développement et la nécessité de disposer de plus en plus d'informations imposent leur liaison par des réseaux de communication (entre automates, entre ordinateurs de production et de gestion, entre services, ...).

Nous présentons trois aspects actuels de l'utilisation de l'informatique industrielle en scierie, sachant qu'elle se développe constamment. Les matériels sont de plus en plus performants. La recherche de la flexibilité, de la productivité et de la qualité impose des systèmes de plus en plus complexes.

Pour tenir compte de paramètres liés à la nature du bois tels que la qualité, l'informatique se limite parfois à être un outil d'aide à la décision. Mais on pourra voir bientôt utiliser les techniques de l'intelligence artificielle pour classer les bois et optimiser les débits.

Une meilleure organisation et gestion de la production doivent permettre des gains importants ; l'informatique, par la vitesse de calcul, la quantité et la diversité des informations stockées, y contribue largement.

La simulation de flux peut être utilisée également pour concevoir une nouvelle installation ou pour tester l'efficacité d'un atelier existant : elle sera présentée succinctement.

OPTIMISATION DES DÉBITS

Chaque opération de découpe, tronçonnage des grumes, sciage, tronçonnage des planches conduit à des choix irréversibles. Aussi les décisions prises par les opérateurs, compte tenu de la valeur de la matière première dans le produit final, sont-elles d'une grande importance. L'informatique assurera, à partir des données fournies par un capteur de forme et un opérateur (qualité), le calcul de l'optimisation de la découpe, la commande des opérations de sciage et de rangement des produits (figures 1 et 2, pp. 180 et 181).

Les capteurs utilisés permettent d'estimer la morphologie de la pièce suivant une, deux ou trois dimensions. Pour les grumes, on rencontrera des cubeurs fonctionnant suivant un principe de flux lumineux coupé ; pour les avivés, des capteurs de largeur et épaisseur fonctionnent suivant plusieurs principes (mesure de distance par ultrasons ou laser, mesure par contact, ...).

La visualisation du trait de scie par rayon laser, associée à une division électronique, constitue le procédé le plus connu pour estimer la dimension utile d'un produit. Si la morphologie (dimensions, courbures, flaches, ...) peut être facilement évaluée par des capteurs, l'estimation de la qualité reste du domaine de compétence de l'opérateur qui fournira les informations correspondantes à l'ordinateur de calcul d'optimisation.

Figure 1

MODÈLE SADT DU DÉBIT

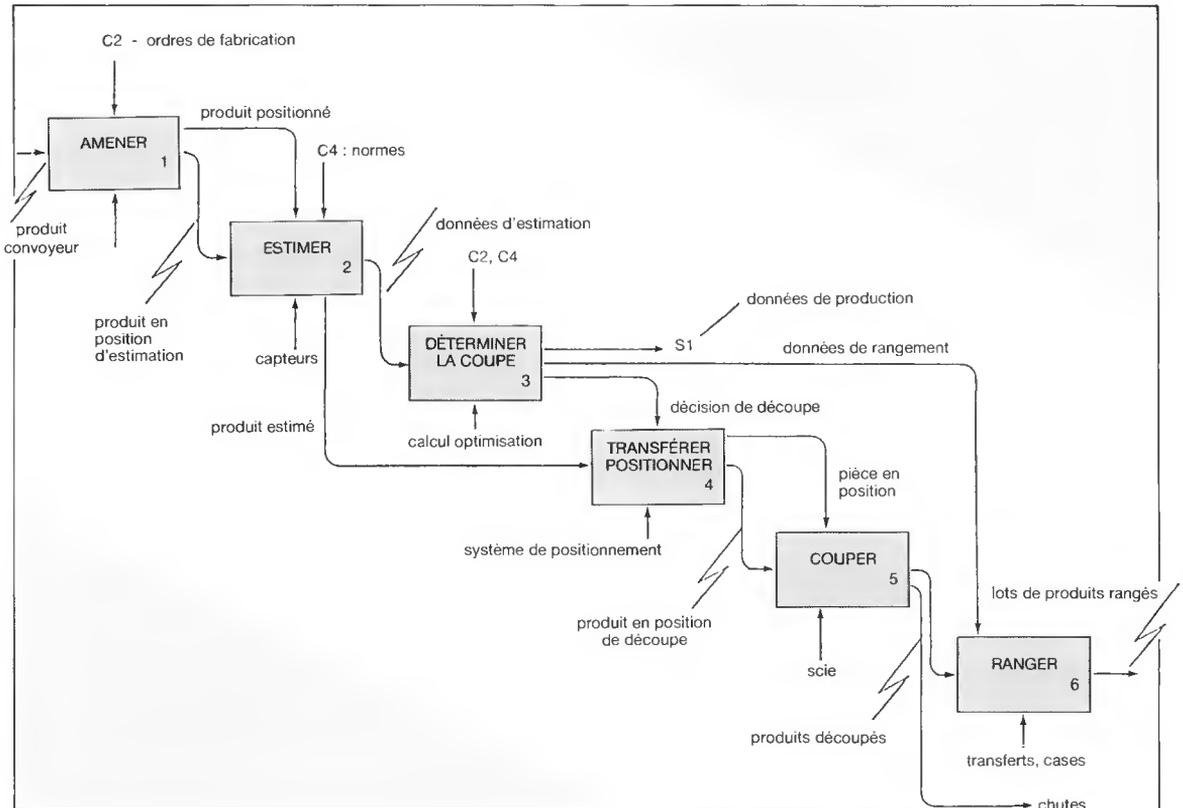
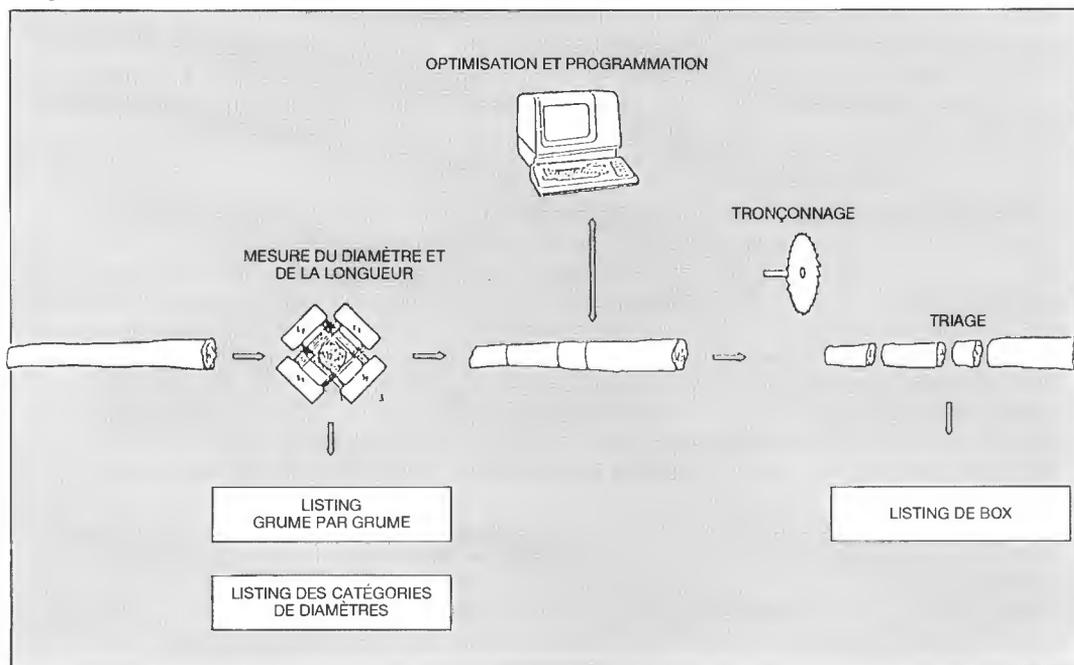


Figure 2

SCHEMA DE L'OPERATION DE TRONÇONNAGE DE GRUMES



Les critères sont variés et dépendent du type d'usage ; ils sont purement géométriques, économiques ou technologiques. Dans les calculs purement géométriques, il s'agit de choisir les meilleures combinaisons de produits débités dans le produit brut, c'est-à-dire de minimiser les chutes compte tenu de certaines contraintes, en particulier en éliminant les défauts. Par exemple, on pourra, au cours du tronçonnage, chercher la perte minimum entre deux défauts. Mais cette méthode n'est pas suffisante car elle privilégie le débit de produits de petite dimension. De plus, la répartition des types de produits à réaliser n'est jamais équilibrée, les délais ou les contraintes de la gestion de production (coefficients d'urgence) imposent de débiter préférentiellement certaines sections et la valeur des débits en sections normalisées est supérieure à la valeur des produits en toute largeur. Aussi, aux listes des produits à réaliser, ajoute-t-on un coefficient de pondération qui dépend de ces facteurs. Il peut être ajusté par l'opérateur ou par un système de gestion de production. Par exemple, ce coefficient c_i peut être le prix réel du 1^{er} produit pour favoriser les débits les plus intéressants, ou un chiffre correspondant à la proportion de produits de chaque type à réaliser et que l'on essaye d'ajuster au cours de chaque débit. Il s'agira donc de réaliser l'optimisation d'une somme des $c_i v_i$, où v_i est le volume de chaque pièce à réaliser pour chaque classe de qualité identifiée par l'opérateur.

La quantité de pièces à produire peut correspondre au nombre exact de pièces à débiter dans un temps limité (contrainte à l'horizon limité). Afin de conserver un bon rendement matière, on aura toujours intérêt à introduire de nouvelles données avant que l'ensemble de la production soit réalisé (travail à horizon fuyant).

Ces calculs d'optimisation peuvent être réalisés *a priori*, par exemple pour le sciage des grumes de résineux pour lesquels à chaque classe de diamètre correspond une section principale. Pour le tronçonnage de grumes ou le sciage de feuillus, ce calcul d'optimisation s'effectuera en ligne, le produit étant présent au poste de travail et le temps de calcul alloué sera alors limité par un impératif de production.

La modélisation de la forme de la grume influence également les résultats des calculs d'optimisation. Pour une grume cylindrique, le rendement optimal limité aux produits principaux non flacheux (un flache résulte de la troncature d'une arête du fait de la proximité du bord de la grume) est égal à $2/\pi \cdot [(R\sqrt{2})^2 / \pi R^2]$ où R est le rayon de la grume]. Si la grume est assimilée à un tronc de cône, le rendement théorique diminue avec le défilement et la longueur, mais croît avec le diamètre. En réalité, des produits sont tirés des dosses, on peut admettre une partie de flaches et le rendement est supérieur aux valeurs théoriques.

Lorsque la grume est assimilée à un tronc de cône (figure 3, p. 183), différentes méthodes de sciage peuvent être réalisées en fonction de la position des traits de scie soit par rapport à l'axe, soit par rapport au bord. Les rendements dépendent à la fois du mode de débit, des sections à débiter, de la longueur de la grume et de son défilement. Les simulations entreprises montrent que les débits suivant la génératrice donnent de meilleurs rendements volumiques que les débits de la grume parallèlement à l'axe, pour les grumes plus courtes. On obtient un résultat inverse pour les grandes longueurs et les défilements importants. Par rapport aux classes de diamètre, le débit parallèle à l'axe apparaît meilleur que le débit parallèle à la génératrice. De plus, la qualité des produits, la présence ou l'absence de fils coupés, le nombre de pièces possédant la longueur totale de la grume vont intervenir sur le mode de débit choisi.

Le premier trait de scie a d'autre part une importance primordiale sur le rendement matière (appelé Best Opening Face aux USA). Pour les débits en plots symétriques, le premier découvert dépend directement du diamètre de la grume. Par contre, lorsque le débit en plot n'est pas symétrique, ou pour le débit sur noyau (termes équivalents : débit sur quartelot, débit charpente), la place du premier découvert entraîne des rendements très variables entre le meilleur et le plus mauvais.

Au niveau du parc à grumes, le tronçonnage s'effectue en tenant compte de la longueur mais également des diamètres limites permettant d'obtenir les sections principales désirées calculées *a priori*.

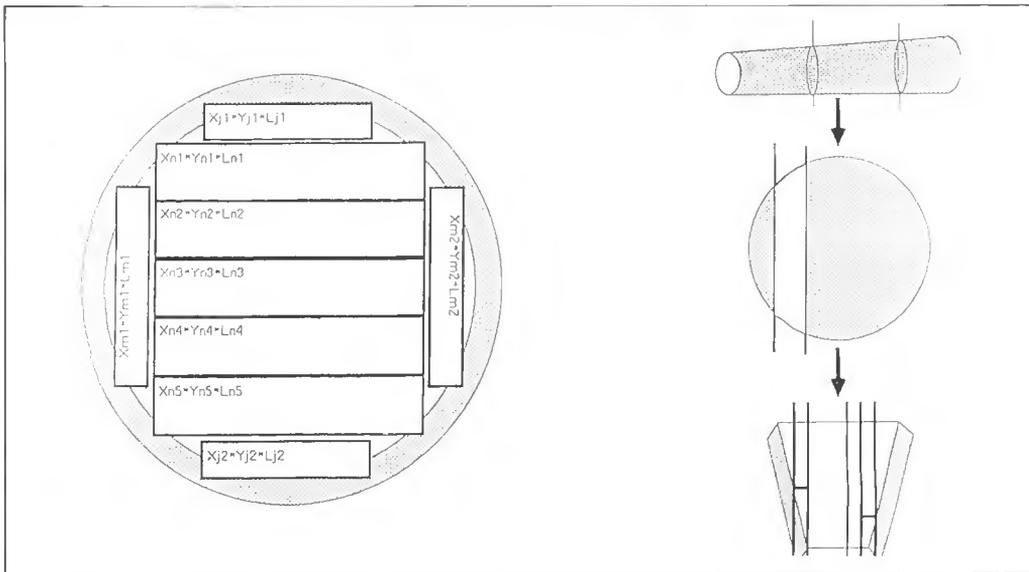
LA GESTION DE PRODUCTION EN SCIERIE

La réussite de l'automatisation passe par une organisation préalable de la production, une meilleure connaissance de la fabrication comme des approvisionnements ou des ventes, et peut conduire à une remise en cause des études et des procédés de fabrication. L'utilisation de moyens informatiques de gestion doit permettre de faciliter cette évolution, d'autre part de mieux définir le cahier des charges des moyens de production à acquérir, et constitue un préalable à l'automatisation.

De plus, l'utilisation effective et cohérente de l'informatique est nécessaire compte tenu des contraintes de plus en plus sévères sur les coûts, les délais, la concurrence, la diversification de la demande, les incertitudes du marché et l'explosion du nombre de références. C'est le seul moyen qui permette de répondre aux objectifs contradictoires de diminution des stocks et des en-cours (sous-entendre pièces en cours de production), d'amélioration du service par la réduction des délais, d'augmentation de la productivité des équipements et de plein emploi des personnes. La politique de vente (sur stock ou à la commande), les produits commercialisés (standards, sur mesure), le type et la taille de l'entreprise (scierie, meuble, ...), les moyens de production (conventionnels, mécanisés, postes critiques, ...) imposent des modes de gestion différents, donc un choix de logiciel adapté, et il n'existe pas de solution idéale.

Figure 3

LES DIFFÉRENTES ÉTAPES DU DÉBIT D'UN BILLON



Le système choisi devra permettre un emploi multi-utilisateurs orienté vers la gestion de bases de données, et le traitement de celles-ci devra être souple, convivial et rapide. La liaison entre les informations commerciales, administratives, financières et techniques est souhaitable. Les données doivent être fiables et leur mise à jour immédiate, en particulier au sein de bases de données techniques : ventes, clients, stocks, ... Les décisions sont de nature et de degré de détail différents suivant les horizons de prévision et l'activité concernée ; on distingue les problèmes stratégiques (objectifs, choix d'équipements, ...), tactiques (programme de production, ...) et opérationnels (gestion de fabrication, ...). Le logiciel doit pouvoir s'adapter aux spécificités de l'entreprise, aux langages des hommes de production. La saisie des informations par des terminaux d'ateliers ou des capteurs doit être possible pour assurer le suivi de la production. Aussi les fonctionnalités des logiciels de gestion industrielle sont-elles très diversifiées, les logiciels proposés sur le marché ne couvrent-ils pas tous les aspects, et le choix du système le mieux adapté aux objectifs, à la politique et à l'évolution de l'entreprise est-il difficile.

Les fonctions les plus couramment utilisées pour les entreprises de la filière bois concernent :

- la gestion des matières : tenue des stocks de grumes et sciages, calcul des débits,
- la gestion des commandes des clients,
- la gestion des approvisionnements,
- la gestion du personnel,
- la gestion financière (comptabilité industrielle).

Si, au niveau de la commercialisation et de l'approvisionnement, les informations sont disponibles pour la comptabilité, la facturation et la confirmation des commandes, par contre, au niveau de la production, les données de temps, des coûts et des quantités ne sont pas toujours fiables, et sont estimées ou déterminées de temps à autre. Les moyens automatisés comme des compteurs de pièces, des horloges, des terminaux d'ateliers devront donc être installés. Certaines informations sont déjà disponibles dans les automates de commande et peuvent être récupérées pour la gestion.

La GPAO (Gestion de Production assistée par Ordinateur) exige une grande rigueur. Elle est associée à la création, au test et à la reprise de bases de données. Elle ne peut se faire du jour au lendemain et nécessite un investissement en temps et en personnes.

En ce qui concerne la gestion de fabrication, le processus classique d'une scierie est de type divergent, quasi linéaire. En effet, à partir du billon (grume tronçonnée) qui constitue la matière première de base, il est possible d'obtenir une infinité de produits : des produits standards, non standards, secondaires mais aussi des sous-produits.

À partir du programme prévisionnel établi en fonction des commandes des clients, le responsable de production détermine le plan de charge de l'unité pour la préparation de la matière première (tronçonnage des grumes). Selon la disponibilité des billons, le nombre de billons dans une même classe de diamètre et le type de produits à réaliser, le responsable de la production planifie cette dernière entre les différentes unités de sciage.

La propriété même de divergence du processus de fabrication (c'est-à-dire qu'un produit est découpé en pièces plus petites, par opposition aux processus convergents où le produit fini est un assemblage de pièces élémentaires) est à l'origine d'un important stock de produits finis. De même, l'hétérogénéité de la forêt française en termes d'essences, son morcellement géographique, sa forte parcellisation, et les particularités du système d'approvisionnement imposent un important stock de matière première, qu'il s'agisse de grumes ou de billons (grumes tronçonnées). Les propriétés particulières du matériau usiné influencent considérablement la fabrication et la conduite au quotidien de la production. Les opérations de débit peuvent être remises en cause à tout moment car le facteur qualité intervient à tous les stades du processus de transformation. De plus, ce dernier est irréversible : chaque opération exécutée en amont conditionne les opérations situées en aval.

Tous ces éléments font que la gestion globale de la production en scierie est fort délicate. L'absence presque totale de suivi de production entraîne la constitution de stocks volumineux. Tout ceci représente une immobilisation financière fort conséquente, de l'ordre de plusieurs millions de francs. S'y ajoutent des coûts de manutention et une dépréciation qualitative du bois par un stockage en plein air.

On recherchera de plus en plus une démarche de type « juste à temps » assurant une gestion optimale des ressources avec pour objectifs essentiels :

- l'augmentation de la productivité de l'entreprise par une meilleure utilisation de la matière première,
- la diminution des stocks donc des coûts de stockage,
- la réduction des délais.

La tenue et la gestion des stocks est alors primordiale afin de pouvoir assurer le déclenchement, la coordination et le contrôle de l'avancement des commandes à travers les différents services ou unités constitutifs de la production. Une bonne gestion des stocks commence par une détermination au plus juste des besoins nets qui s'appuie, d'une part sur les commandes des clients, d'autre part sur les ressources disponibles au sein de l'entreprise, constituées de produits finis et de billons.

Finalement, le calcul des besoins nets détermine la quantité de produits finis à réaliser. À partir des commandes des clients, on détermine, selon des règles bien définies, le nombre et les caractéristiques des billons à tronçonner. Connaissant les plans de débits et les taux de rebuts standards, on définit ainsi le plan de charge des unités de tronçonnage et de sciage. Pour être complet, le calcul des besoins nets intègre des coefficients de rebuts de production liés au classement et à l'éboutage des produits finis (figure 4, p. 184).

LA SIMULATION DE FLUX

L'utilisation de la simulation pour l'analyse des variables déterminant le comportement d'une scierie permet une compréhension détaillée des différents facteurs qui interviennent dans la production, et de leur interdépendance. Ces facteurs quantifiés économiquement et additionnés aux coûts de matières premières, d'amortissement et autres, permettent une évaluation détaillée des prix de revient des produits finaux.

Utilisée principalement pour étudier les systèmes complexes, la méthode de la simulation a été employée avec succès pour résoudre des problèmes dans les domaines les plus divers comme celui de la transformation première du bois.

Elle constitue un outil pouvant être employé pour différents objectifs :

dans la phase de pré-étude d'implantation

- tests préliminaires sur les différentes combinaisons possibles (évaluation fonctionnelle des machines, comptabilité des différents débits, taux d'occupation des machines, etc...),
- prédimensionnement de l'atelier (disposition des machines dans l'espace, systèmes de transfert, capacités des lieux de stockage, etc...),
- évaluation globale des différentes règles de gestion de l'atelier,
- souplesse du système face aux aléas internes et externes (fluctuations de l'approvisionnement, variation des commandes, pannes, etc...),
- calculs approximatifs du prix de revient des produits,
- évaluation de l'efficacité technique et économique d'une installation,
- etc...

dans le cas d'un atelier existant

- étude et optimisation des règles de gestion (lancement, ordonnancement, méthodes de régulation du flux matière, etc...),
- étude sur le changement d'une machine ou d'un ensemble des machines,
- étude sur l'influence d'un changement éventuel du processus global de production de la matière première, des méthodes de travail ou des produits finis,
- définition des caractéristiques fonctionnelles d'un nouveau module de fabrication susceptible de répondre à un objectif donné,
- évaluation économique des opérations pour différentes configurations du fonctionnement de l'atelier,
- etc...

Une analyse de chaque poste de travail, concernant la productivité, l'efficacité d'utilisation des ressources mises à sa disposition, l'importance dans la composition des prix de revient, etc..., peut être également effectuée.

Aussi la simulation permet-elle d'obtenir la consommation et l'utilisation de chaque ressource (matière première, machine), sous divers modes de fonctionnement de la scierie d'un point de vue dynamique. Elle permet de mettre en évidence les temps d'utilisation, et d'attente, les quantités de pièces, les coûts correspondant en fonction du temps de fonctionnement, sans avoir à expérimenter sur le site.

Le calcul des coûts de production d'une scierie est important non seulement pour la détermination de la rentabilité de ses produits, mais aussi pour l'analyse de la viabilité économique et financière des investissements de substitution de ses machines et/ou de modernisation de son atelier.

La résolution d'un problème à l'aide de la simulation comporte plusieurs étapes. Il s'agit d'abord de construire un modèle (une image) du système réel correspondant à l'objectif recherché. Ceci nécessite une analyse poussée des opérations du flux des pièces dans la scierie et une prise des données de production (quantités, temps, ...).

Ce modèle est traduit en un langage informatique, de simulation (SIMAN, SLAM, QNAP, ...) puis validé à partir des données de production. Les tests de validation permettant d'étudier les différents cas envisagés peuvent alors être réalisés. L'analyse des résultats — taux d'occupation, productivité, coûts — permet ensuite d'estimer l'efficacité du système de production et de choisir la meilleure solution.

Pour la modélisation, l'atelier de production est composé de plusieurs postes de travail (dénommés « stations ») enchaînés en série ou en parallèle. Les produits qui transitent dans une station peuvent y subir des modifications physiques (délignage, tronçonnage, etc...) ou non (trilage, classification, etc...). Une station utilise des ressources matérielles (machines, outils, etc...) et/ou de personnel (main-d'œuvre).

Quand la tâche d'une station est accomplie, le produit (dénommé « client ») est envoyé soit à une nouvelle station, soit à une sortie. Une fois arrivé à la sortie, il est éliminé du circuit de production, sauf si c'est un produit qui nécessite encore d'autres processus. Les produits qui sortent de la scierie sont soit des produits finis, soit des déchets.

Les figures 5 et 6 (ci-contre) montrent les résultats typiques que l'on peut obtenir d'une simulation.

Figure 5
ÉVOLUTION DU NOMBRE DE PRODUITS EN ATTENTE À UN POSTE DE TRAVAIL

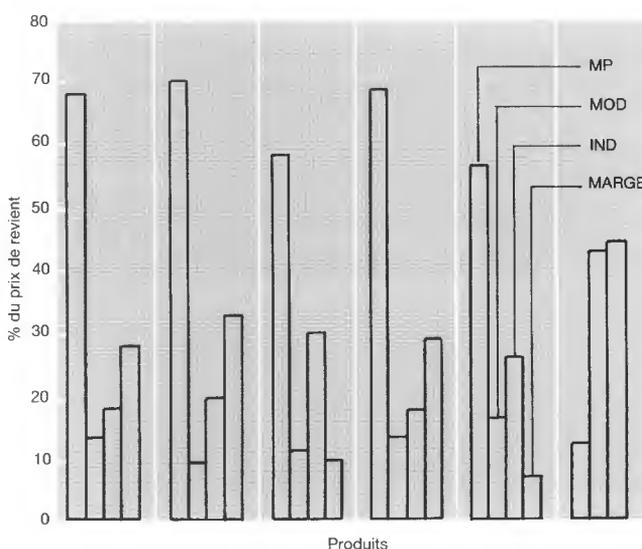
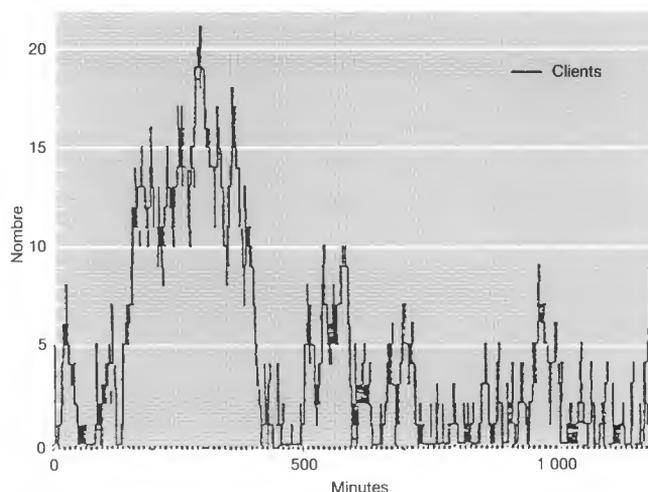


Figure 6
COMPOSITION EN POURCENTAGE
DES COÛTS ET MARGE
SUR LES PRIX DE REVIENT

CONCLUSIONS

L'informatique industrielle doit apporter des gains de productivité aux entreprises, elle nécessite une étude préalable et doit être introduite pas à pas. Elle ne remplacera pas l'homme dans toutes les tâches mais constitue un outil qui devra être utilisé par des opérateurs ayant reçu une formation pour en connaître l'intérêt et les limites.

D'autre part elle nécessite la prise de données en production, d'où le développement de capteurs caractérisant (forme, qualité, caractéristiques mécaniques, humidité, ...) les produits.

Des réseaux informatiques vont se développer dans les usines, entre les différents services : commercial, approvisionnement, production. Ceci nécessitera des études approfondies pour définir des bases de données et leur structure de façon à permettre la cohérence et un accès aisé des différents utilisateurs.

De tels systèmes ne seront efficaces que s'ils ont été conçus conjointement par l'utilisateur et l'informaticien.

P. MARTIN
Professeur
ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES INDUSTRIES DU BOIS
27, rue du Merle-Blanc
BP 1041
88051 ÉPINAL CEDEX 02

BIBLIOGRAPHIE

- BOUZINEKIS (A.). — Outils d'aide à la décision en vue de l'amélioration de l'efficacité du système de production : cas des scieries. — Thèse de l'Université de Nancy I en Sciences du Bois, octobre 1987.
- HOCHHEIM (N.). — Prise en compte des aspects technico-économiques dans la simulation : outil d'aide à la décision dans les scieries. — Thèse de l'Université de Nancy I en Sciences du Bois, septembre 1991.
- MARTIN (P.). — Bois et Productique. — CEPADUES, juin 1992.
- RICKFORD (N.). — Evolution of scanning and Computer optimization in sawmilling. In : 3rd International Conference on scanning technology in sawmilling. San Francisco, 5-6 october 1989.
- VIARD (P.). — Étude d'un cahier des charges sur la gestion de production assistée par ordinateur dans la scierie française de bois résineux. Réflexions et applications. — Thèse de Doctorat de l'Université de Nancy I, option Automatique et Traitement du Signal, Nancy, 10 juillet 1992.